

Abstract (Basic): JP 2001075040 A 432084 ✓

NOVELTY - The scanning system consists of a variable wavelength laser (4) which irradiates a photonic crystal (1). As the wavelength of input laser changes continuously, the radiation angle of the photonic crystal changes and thus scans the photo-receptor drum face (11).

USE - For image recording in Carson process system.

ADVANTAGE - Improves scanning speed with low power consumption, noise and size reduction. Enables high resolution as scanning is done by a single beam. Achieves large propagation angle by combining several photonic crystals.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of a laser scanning system. (Drawing includes non-English language text).

Photonic crystal (1)

Variable wavelength laser (4)

Photo-receptor drum face (11)

pp; 8 DwgNo 2/4

Title Terms: LASER; SCAN; SYSTEM; IMAGE; RECORD; PROCESS; SYSTEM; PHOTON;
CRYSTAL; RADIATE; ANGLE; VARY; RESPECT; VARIATION; WAVELENGTH; INPUT;
LASER

Derwent Class: P75; P81; V07; V08

International Patent Class (Main): G02B-026/10

International Patent Class (Additional): B41J-002/44; H01S-003/101;

H01S-005/06

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): V07-K01A; V07-K05; V08-A04A; V08-A08

AN4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-75040

(P2001-75040A)

(43) 公開日 平成13年 3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 2 B 26/10		G 0 2 B 26/10	Z 2 C 3 6 2
B 4 1 J 2/44		H 0 1 S 3/101	2 H 0 4 5
H 0 1 S 3/101		5/06	5 F 0 7 2
5/06		B 4 1 J 3/00	M 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-248877

(22) 出願日 平成11年 9月 2日 (1999.9.2)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込 1丁目 3番 6号

(72) 発明者 小出 博

東京都大田区中馬込 1丁目 3番 6号 株式会社リコー内

(74) 代理人 100079843

弁理士 高野 明近 (外 2名)

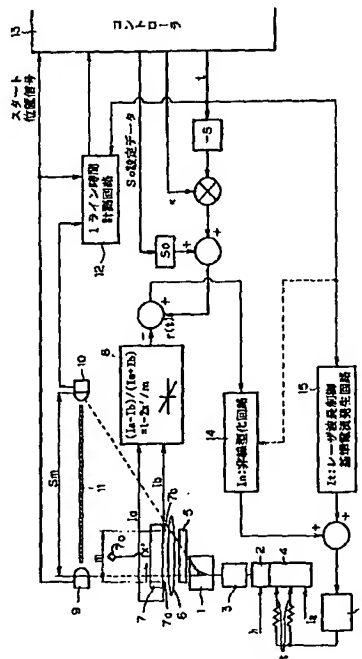
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ走査システム

(57) 【要約】

【課題】高画質、高速化、低消費電力、小型化、かつ低騒音で、ポリゴンモータのような動的機構を用いることなく、レーザビームが走査対象上を水平走査する。

【解決手段】波長可変レーザ4は、波長制御電流 I_t に従って波長が制御されたレーザを発する。電界吸収型変調器2は、変調電流 I_1 によってレーザの振幅を制御する。レーザはさらにコリメータレンズ3を経て、フォトニック結晶1に入射する。フォトニック結晶1は、入力光の波長変化に応じて伝播角度が変化する特性を有するもので、波長可変レーザ4が連続的に出力レーザの波長を変えるときに、その出射角度を連続的に変化させ、感光体ドラム面11上を走査する。PSD7は、光位置検出センサで、回折格子5において発生する一次回折光を入力する。PSD7の検出結果に基づいて、レーザの波長を制御する。また、その他制御用センサとして、走査スタート位置/終了位置センサ9、10等を用いて高精度の制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 可変波長レーザを発生するレーザ発生手段と、入力光の波長の変化に応じて伝播角が変化する一または複数のフォトニック結晶とを有し、前記レーザ発生手段より連続的に波長が変化するレーザを出射させ、該レーザを前記フォトニック結晶に入射させることにより、該フォトニック結晶を出射する出射光の角度を連続的に変化させて走査対象上をレーザにより走査することを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項2】 請求項1に記載のレーザ走査システムにおいて、前記可変波長レーザとして可変波長DBR-DC-PBH半導体レーザを用いたことを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項3】 請求項1または2に記載のレーザ走査システムにおいて、レーザの振幅を変調する電界吸収型変調器をさらに有することを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか1に記載のレーザ走査システムにおいて、1または複数の光位置センサをさらに有し、該光位置センサによる検出結果に基づいて、フィードバック制御により該レーザ発生手段にて発生させるレーザの波長を補正することを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項5】 請求項1ないし3のいずれか1に記載のレーザ走査システムにおいて、レーザの波長を検出する波長検出手段をさらに有し、該波長検出手段の検出結果に基づいてフィードバック制御により前記レーザ発生手段にて発生させるレーザの波長を補正することを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項6】 請求項4または5に記載のレーザ走査システムにおいて、レーザ走査域内の所定位置におけるレーザ走査のスタート位置を検知するスタート位置センサと該レーザ走査の終端位置を検知する終端位置センサとを有し、前記スタート位置センサ及び前記終端位置センサによる検知結果に基づいて、前記レーザ発生手段にて発生させるレーザの波長を補正することを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項7】 請求項5に記載のレーザ走査システムにおいて、レーザ走査域内に1つ以上の光位置センサを有し、該光位置センサの検出結果に基づいて、前記レーザ発生手段で発生させるレーザの波長を補正することを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項8】 請求項1ないし7のいずれか1に記載のレーザ走査システムにおいて、走査するレーザは、往復走査により目的の機能を実現するように制御されることを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項9】 請求項4に記載のレーザ走査システムにおいて、所定のレーザ走査を行うための基準走査時間とレーザ駆動電流との関係をフィードフォワードする、及び/またはレーザ走査誤差を前記レーザ発生手段にフィ

ードバックするとき該誤差に応じたレーザ波長の補正の適正化を行う非線型回路をさらに有することを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項10】 請求項1ないし9のいずれか1に記載のレーザ走査システムにおいて、連続的に走査しているときに走査時間、走査のスタート位置、または走査の終端位置の検出に誤差が検出されたとき、次の走査だけで補正せずに、1ラインずつ緩やかに補正することを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項11】 請求項5に記載のレーザ走査システムにおいて、前記波長検出手段に、フォトニック結晶を用いたことを特徴とするレーザ走査システム。

【請求項12】 第1の光ビーム出射角度可変手段を有し、該光ビーム出射角度可変手段からの光を受けるフォトニック結晶を—あるいは複数備え、該フォトニック結晶の出力光により走査対象上を走査することを特徴とするレーザ走査システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ走査システム、より詳細には高画質・高速化・低消費電力・小型化・低騒音に適したカールソンプロセス方式の画像記録用レーザ走査システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来のレーザ走査システムの一方式として、ポリゴンモータ方式がある。このポリゴンモータ方式は、高画質・高速化プリンティングを実現するものとして今後も主流になっていくと思われる。ただし、小型化・低消費電力化・騒音の減少等の課題がある。高速化の方向としてはマルチビーム方式が検討されている（参考文献：第24回光学シンポジウム講演予稿集p17～p18, 1999年）。

【0003】また、従来のレーザ走査システムの他の方式として、LEDアレイ方式がある。この方式は、小型化を図る狙いで商品化された。現在は本命の方式になりきれてないが、今後、理想的な最終目標の方式として継続的に研究されていくはずである。現在の課題は、高画質化と低価格化の同時達成である。本方式では、LEDアレイにおける複数のLEDの特性を揃え、かつ全てのLEDの欠陥を零としなければならないが、これを歩留まりよく達成するためにはまだ大きな壁がある（参考文献：沖電気研究開発 第173号、Vol. 64, No. 1, p. 31～p. 38 (1997年1月)）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、高画質、高速化、低消費電力、小型化、かつ低騒音で、ポリゴンモータのような動的機構を用いることなく、レーザビームが感光体上を水平走査する機能を有するレーザ走査システムを提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、可変波長レーザを発生するレーザ発生手段と、入力光の波長の変化に応じて伝播角が変化する一または複数のフォトニック結晶とを有し、前記レーザ発生手段より連続的に波長が変化するレーザを出射させ、該レーザを前記フォトニック結晶に入射させることにより、該フォトニック結晶を出射する出射光の角度を連続的に変化させて走査対象上をレーザにより走査することを特徴としたものである。

【0006】請求項2の発明は、請求項1に記載のレーザ走査システムにおいて、前記可変波長レーザとして可変波長DBR-DC-PBH半導体レーザを用いたことを特徴としたものである。

【0007】請求項3の発明は、請求項1または2に記載のレーザ走査システムにおいて、レーザの振幅を変調する電界吸収型変調器をさらに有することを特徴としたものである。

【0008】請求項4の発明は、請求項1ないし3のいずれか1に記載のレーザ走査システムにおいて、1または複数の光位置センサをさらに有し、該光位置センサによる検出結果に基づいて、フィードバック制御により該レーザ発生手段にて発生させるレーザの波長を補正することを特徴としたものである。

【0009】請求項5の発明は、請求項1ないし3のいずれか1に記載のレーザ走査システムにおいて、レーザの波長を検出する波長検出手段をさらに有し、該波長検出手段の検出結果に基づいてフィードバック制御により前記レーザ発生手段にて発生させるレーザの波長を補正することを特徴としたものである。

【0010】請求項6の発明は、請求項4または5に記載のレーザ走査システムにおいて、レーザ走査域内の所定位置におけるレーザ走査のスタート位置を検知するスタート位置センサと該レーザ走査の終端位置を検知する終端位置センサとを有し、前記スタート位置センサ及び前記終端位置センサによる検知結果に基づいて、前記レーザ発生手段にて発生させるレーザの波長を補正することを特徴としたものである。

【0011】請求項7の発明は、請求項5に記載のレーザ走査システムにおいて、レーザ走査域内に1つ以上の光位置センサを有し、該光位置センサの検出結果に基づいて、前記レーザ発生手段で発生させるレーザの波長を補正することを特徴としたものである。

【0012】請求項8の発明は、請求項1ないし7のいずれか1に記載のレーザ走査システムにおいて、走査するレーザは、往復走査により目的の機能を実現するように制御されることを特徴としたものである。

【0013】請求項9の発明は、請求項4に記載のレーザ走査システムにおいて、所定のレーザ走査を行うための基準走査時間とレーザ駆動電流との関係をフィードフ

ォワードする、及び/またはレーザ走査誤差を前記レーザ発生手段にフィードバックするとき該誤差に応じたレーザ波長の補正の適正化を行う非線型回路をさらに有することを特徴としたものである。

【0014】請求項10の発明は、請求項1ないし9のいずれか1に記載のレーザ走査システムにおいて、連続的に走査しているときに走査時間、走査のスタート位置、または走査の終端位置の検出に誤差が検出されたとき、次の走査だけで補正せずに、1ラインずつ緩やかに補正することを特徴としたものである。

【0015】請求項11の発明は、請求項5に記載のレーザ走査システムにおいて、前記波長検出手段に、フォトニック結晶を用いたことを特徴としたものである。

【0016】請求項12の発明は、可変波長レーザ以外の手段による小さい光ビーム角度可変手段を用いて、レーザビームのフォトニック結晶への入射角を変え、前記フォトニック結晶を出射する出射光の拡大された伝播角を変化させて、走査対象上をレーザにより走査することを特徴としたものである。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明によるレーザ走査システムは、可変周波数レーザとフォトニック結晶素子を使用するものである。図3に示すように、フォトニック結晶1は、入力するレーザ波長を1%変化させると60度の伝播角の差が生じるという特性を有するものである。具体的には、1 μ mから0.99 μ mの波長の変化(10nmの変化)で光路の角度が50度変化するという報告がある(参考文献:OPTRONICS No. 4, p. 167 (1999年)、第24回光学シンポジウム講演予稿集p49-p50, 1999年)。

【0018】次に使用レーザと波長変化手段について述べる。赤外(852nm近傍)の可変波長の分布ブラッグ型(DBR)半導体レーザを使用し、DBR領域に電流注入することにより波長を変化させる。応用物理; vol. 59, No. 9, p. 6 (1990)に述べられているように、最も大きな屈折率変化を用いると波長変化量はほぼ1%になる。波長を連続可変するためには、波長可変DBR-DC-PBH半導体レーザ(活性領域、位相制御領域、DBR領域からなる)を用いる。この半導体レーザにおける連続可変範囲として、4.4nm(光出力1mW)が得られている。

【0019】光出力フォトニック結晶では、852nmレーザを用いると波長変化量1%で8.5nm波長が変化するので、角度は42.5度振れることになる。また上記の4.4nmの波長変化量ではさらに角度が小さくなる。これは、機器の小型化にとっては不十分な値である。ただしフォトニック結晶は入力角が変化すると入力角度に応じて伝播角変化するので(文献:第24回光学シンポジウム講演予稿集p49-p50, 1999年)、フォトニック結晶を2段にして光を通過させれば

伝播角を広げることができる。

【0020】従来から光ビームの角度を変える方式として超音波周波数を制御するAO変調器があるが、可変角度が小さい。この出力にフォトニック結晶を設置すれば、走査角度を拡大でき、大きな範囲の走査対象上にレーザを走査することができる。この場合はAO偏向器の周波数を適切に制御すればよい。

【0021】また温度による波長変動の課題も解決する必要があるが、波長変動による位置誤差を補正するためにはフィードバック制御を行えばよい。レーザ直接変調方式は、変調時の波長変動(チャーピング)が起きる。従って、電界吸収型変調器集積光源がこの対策に有効である(文献:OPTRONICS No5, p136-p137(1999))。

【0022】レーザ波長の検出と制御法は、本方式の根幹になる。まずレーザ波長を安定的に制御するためには、レーザ波長を連続的に検知してフィードバックする方法をとらなければならない。光フィードバックによる半導体レーザの波長ロックについて研究されている(参考文献:Opt. Review, 1, (1994) 227-229)。本願の方式では、波長をスイープさせ

$$x=L \times \tan \theta$$

感光体面を線速一定 v でレーザを走査しようとすると x

$$x=v \times t$$

そして、

$$v/L=\tau$$

とおくと、(1)式と(2)式より、次式が得られる。

$$\theta=\arctan(\tau t)$$

【0025】レーザ波長を λ とすると、波長 λ と θ の関係は、フォトニック結晶の性質より、近似式として以下

$$\theta=f(\lambda) \approx k \lambda$$

(4)式と(5)式より、

$$\lambda=1/k \times \arctan(\tau t)$$

【0026】(6)式より、感光体ドラム面11上で等速にビームを走査するための波長と時間との関係において、波長 λ は、時間 t に対して $\lambda=1/k \cdot \arctan(\tau t)$ の非線型の関係になっている。この関係に従う基準信号と検出波長とを比較し、この差分に応じてレーザ波

$$\lambda=\lambda_0-C \cdot I t$$

従って注入する電流 $I t$ は、以下のようになる。

$$I t=1/C \{ \lambda_0-1/k \times \arctan(\tau t) \}$$

【0028】注入電流 $I t$ を(8)式に従って流せば、ほぼ感光体ドラム面11上でレーザはほぼ等速に走査される。しかしながら、(8)式に従って正確に制御することは困難であるとともに、(7)式は近似式であり、すでに誤差が含まれている。レーザの走査を等速に制御するために、フォトニック結晶の出力を回折格子に入射させて1次回折光を生成し、これをPSD等の光位置(ポジジョン)センサで検出し、補正する。このときにセンサの位置の取り付け誤差と分解能の不十分さによ

る。

【0023】波長の変動は、回折格子で検出できる。回折格子に光を通過させると、波長によって出射角度が変化する。従って回折格子からの出射光を2分割フォトディテクタで検出すればよい。あるいは、回折格子の変わりにフォトニック結晶を使えばより高感度に波長変化を検出できる。ただしこのときに、2分割フォトダイオードの検出面積が大きくなると周波数帯域が狭くなるので、フォトニック結晶を通過する光路が短くなるように、小型のフォトニック結晶を使えばよい。構成によっては2分割フォトダイオードの代わりにPSD(Position Sensitive Detector)を好適に用いることができる。このとき、どこで光の波長を検出するかという課題が生じるが、これは電界吸収型変調器の前で光をミラーあるいは回折格子等で分割してこれを検出する構成をとるのがよい。この構成であれば光が変調されて振幅が振れることを軽減することができる。

【0024】図1において、感光体ドラム面11で等速にビームを走査するための波長と時間との関係を以下に求める。フォトニック結晶1の内部では光が大きく曲がるので仮想的な点光源位置 p が定義できる。

$$(1)$$

は以下のごとくに表現できる。

$$(2)$$

$$(3)$$

$$(4)$$

のように表すことができる。

$$(5)$$

$$(6)$$

長を補正する電流を流せばよい。

【0027】レーザの発振波長を変えるために波長制御領域(位相制御領域とDBR領域)に注入する電流(波長制御領域電流) $I t$ と波長の関係は、図4に示すように完全に線型ではないが、以下のように近似できる。

$$\text{但し } \lambda_0 \text{ と } C \text{ は定数} \quad (7)$$

り高精度な制御ができない。従ってさらに感光体の両サイドに位置検出器を設けて補正する。あるいは感光体の両サイドの位置を検出すれば良いので、全体のレイアウトとの関係で適当な位置に設定すればよい。この方式の利点は、光位置センサ前の非線型等の誤差が吸収できることである。

【0029】また、レーザ波長を検出できるようにした場合は(6)式に従って基準信号 λ を生成して検出波長と比較し、この差に応じて波長制御領域電流 $I t$ を制御

するが、フォトニック結晶の波長対伝播角の誤差を補正する必要がある。基準信号の補正によって非線型が補正されるが、さらに取り付け等の誤差があるので、これは、同様に感光体の両サイドに位置検出器を設けて補正する。以上、レーザビーム制御法について概要を説明したが、より高精度のレーザ走査は、上記の各手段を組み合わせるにより達成できる。

【0030】次に、PSDを使ってレーザビーム位置を検出し、検出結果に基づいてレーザ走査の補正を行う方式について概説する。この方式は、記録情報に従ってレーザを変調するとき、感光体に記録しないタイミングでも必ず感光体の感度が許される範囲でレーザを出射しておく必要がある。PSDは、低コストで高帯域における高S/N比を満たすことは困難である。見かけ上必要なS/N比を向上させるにはセンサを複数個シリアルに並べるという方法があるが、この場合構成が複雑になる。

【0031】S/Nが低くても機能を実現できるようにするために、感光体の両端に設置したセンサ出力で補完するようにする。つまり両端のセンサ間のビーム走査時

$$dI_t/dx = -L / \{kC(L^2 + x^2)\} \quad (9)$$

(9) 式より以下の式が求まる。

$$\Delta I_t = -L / [kC \{ (L^2 + (vt)^2) \}] \Delta x \quad (10)$$

誤差 Δx が生じたときの位置 $x = vt$ に相当する以下の

$$\beta(t) = -L / [kC \{ (L^2 + (vt)^2) \}] \quad (11)$$

【0034】上記の $\beta(t)$ に位置誤差 Δx を乗ずれば、レーザの補正波長制御電流 ΔI_t が求まることになる。このように係数 $\beta(t)$ を求めて Δx に対して補正波長制御電流 ΔI_t を求めるのは、制御系のゲイン変動を避けるためである。このような演算を行うことによってフィードバック制御系を走査位置に関係なく安定にできる。つまり、どこかの走査位置でもゲインを高く安定に制御できることになる。そして、レーザの波長制御電流 I_t を流すとき、波長変化を滑らかにするために、フィルタ等で構成するスムージング回路を付加する。

【0035】1ラインを走査した後、次のラインを走査するときは、レーザ波長が急激に変化することになる。次のラインを走査するとき、スタート位置に相当する波長になるまでは、レーザビームはリターン方向に動いているので、レーザ出射光量を、感光体が反応するレベル以下とする。そして、波長がスタート位置に相当する長さになってから走査を開始する。つまり波長が変換されるまでの待ち時間が必要になる。この待ち時間の削減とレーザ光量の制御をなくすために、往復走査を行うようにすればよい。さらにより高速化のためには、本システムを複数個使ってマルチビーム方式を実現すればよい。

【0036】波長 λ を検出してフィードバックするには、(6)式に対応して形成した基準信号と検出波長信号と比較する。(7)式より波長と波長制御電流 I_t とはほぼ線型の関係にある。従って、誤差に対応した電流 I_t を流せばよい。この方式においても、上記と同様に

間から、そのずれを計測して補正する。初期設定のための補正はすぐに実行してもよいが、感光体ドラムへの画像形成中は、誤差があったときに1ラインごとに徐々に補正して正常な値に戻すような制御を行なう。急激に補正を実行するとライン間の画像に乱れが生じてしまうためである。

【0032】レーザを走査するときは(8)式に従って電流 I_t を流せば良い。これは制御系で言うフィードフォワード制御部で、フィードバック系の必要ゲインを下げるができる。言い方を変えれば同じゲインのフィードバック制御部の精度を向上させることができる。レーザ走査位置はPSDで検出できる。PSDの出力と等速にレーザを走査するための目標信号とを比較し、その誤差分に応じたレーザ波長制御補正電流 ΔI_t を付加する。

【0033】位置誤差 Δx 検出時のレーザ波長制御補正電流 ΔI_t を求める。まず(2)式と(8)式より、微分 dI_t/dx を求める。

係数 $\beta(t)$ を求める。

感光体の両端にセンサを設け、1ラインの走査時間に誤差があるときは、基準信号を補正する。そしてフォトニック結晶による非線型性を補正するために、センサを感光体両端だけでなく、途中に複数個設けて補正する。

【0037】すなわち各センサでのレーザ走査検出時間の基準時間からのずれを検出して、走査基準時間を補正する。つまり(6)式に相当する基準時間カーブを前記複数個のセンサ出力によって補正する。これら複数個のセンサへ入射するビームは、フォトニック結晶からのビーム出力直後に回折格子を設け、図1における紙面上下にサイドビーム(1次回折光)を発生させてその一方を使って検出するようにすればよい。ここでレーザ走査の垂直方向における前記複数個のセンサの設置位置は、1次回折光の回折角が波長によって変化することを考慮して決定する。

【0038】上記の説明において、(5)式と(7)式は線型化して表現したが、実際は非線型性を有している。実施するときは基準信号あるいは補正係数を実験によって求めて補正する。

【0039】[具体的な実施例の説明] 図2は本発明によるレーザ走査システムの一実施例の構成及び制御系を説明するための概略図で、図中、1はフォトニック結晶、2は電界吸収型変調器、3はコリメータレンズ、4は波長可変レーザ、5は回折格子、6は非球面レンズ、7はPSD (Position Sensitive Detector)、7a、7bは第1及び第2の電極、7cは共通電極、8はビー

ム位置計測回路、9はスタート位置センサ、10は終端位置センサ、11は感光体ドラム面、12は1ライン時間計測回路、13はコントローラ、14は非線型化回路、15はレーザ波長制御基準電流発生回路、16はスムージング回路+LDドライバ回路、 I_1 は変調電流、 I_2 は活性領域電流、 I_t は波長制御領域電流である。
 【0040】図2のシステムは、PSD7を使ってレーザビーム位置を検出し、レーザを走査するものである。波長可変レーザ4としては、活性領域、波長制御領域（つまり位相制御領域とDBR領域）からなる波長可変DBR-DC-PBH半導体レーザを用い、その出力側に電界吸収型変調器2を構成する。活性領域電流 I_2 は、出射レーザパワーを設定し、波長制御領域電流 I_t はレーザ波長を決定する。また変調電流 I_1 によって出力レーザの振幅の大きさを制御し、感光体表面に画像を形成する（実際は、感光体表面にチャージされている静電荷をレーザ光によって制御する）。

【0041】レーザの照射量が大きくなれば、静電荷の逃げ量が大きくなるという現象を利用して画像形成する。時間 t （実際はクロック）に同期して出てくる画像データに応じて前記変調電流 I_1 を流す。電界吸収型変調器2の出射側には、コリメータレンズ3を配し、レーザビームが広がるのを押さえて平行光に変える。そしてレーザ光は、フォトニック結晶1に入射し、波長に応じて伝播角が変化する。フォトニック結晶1を出射したレーザは、回折格子5に入射する。

【0042】回折格子5をレーザ光が通過すると、図2における紙面上下にサイドビーム（1次回折光）が発生し、その一方を1次元PSD7に入力させる。0次回折光は直進し、感光体ドラム面11へ入射する。PSD7

$$\Delta I_t = S_m \cdot L / \{ 2kC \{ L^2 + (vt)^2 \} \} \Delta \epsilon \quad (12)$$

誤差 $\Delta \epsilon$ が生じると、非線型化回路14では、走査位置に相当する時間 t での値 $I_n = S_m \cdot L / \{ 2kC \{ L^2 + (vt)^2 \} \}$ を導出し、これに $\Delta \epsilon$ を乗じて補正電流 ΔI_t を出力する。上記のフィードバック制御系において、位置誤差分を補正するような構成をとっているのは、レーザ波長制御基準電流発生回路15によってフィードフォワード制御しているからである。つまり（8）式に従ったレーザ波長制御基準電流 I_t を発生している。言い換えるとレーザ波長制御基準電流発生回路15でレーザの走査位置を制御し、この制御誤差を前記フィードバック系で制御している。

【0045】以上のように制御しても各種ばらつきがあるので、レーザビームのスタート位置と走査時間がばらつく。これを補正するためにスタート位置センサ9と終端位置センサ10とを設ける。これらはレーザ走査の開始位置とエンド位置をそれぞれ検知するものである。

【0046】レーザのスタート位置を定めるため、まず理想値の定数 S_0 を設定し、前記レーザ波長制御基準電流発生回路15の出力と非線型回路14の値を $t=0$ に

と回折格子5との間には、非球面レンズ6が設けられ、0次回折光のレーザ走査幅 S_m に対応した位置を検出するため、PSD7の位置検出部に上記の1次回折光が入射できるようにする。0次回折光レーザ走査方向に対するPSD7の設置角度は、1次回折光の回折角が波長によって変わることとを考慮して決める。1次元PSD7は、第1の電極7aから光の入射位置までの距離を x' 、電極間距離（第1の電極7aと第2の電極7bの間の距離）を m 、第1の電極7aと第2の電極7bにより取り出される電流をそれぞれ I_a 、 I_b とすると、ビーム位置計測回路によって $\{ (I_a - I_b) / (I_a + I_b) \}$ の演算をすると、 $(1 - 2x' / m) = \langle x \rangle$ に比例した信号が得られる。この実施例ではビーム位置計測回路によって $\langle x \rangle$ が得られる。

【0043】感光体ドラム面11に、等速 v でビームを走査させるために、走査位置を示す検出信号 $\langle x \rangle$ と、比較する基準信号 $r(t) = S_0 - \kappa S \times t$ （ S_0 ：定数、 κ ：補正係数）とを発生させる。ここで S は $S = v \cdot m / S_m$ となる関係式に従って決める。 κ は最初は $\kappa = 1$ として基準信号 $r(t)$ を発生させる。 S_0 も初期は $S_0 = 1$ である。この基準信号 $r(t)$ と検出信号 $\langle x \rangle$ とを比較し、誤差 $\Delta \epsilon$ に従ってレーザ波長 λ を変えてレーザビーム位置 x を正規の位置に制御する。ただし位置誤差 Δx が発生したとき（10）、（11）式に従った補正レーザ駆動電流 ΔI_t を流せば、安定に位置誤差を補正できる。

【0044】位置誤差 Δx と前記誤差 $\Delta \epsilon$ との関係は、 $\Delta x = -S_m / 2 \times \Delta \epsilon$ となるので、補正レーザ駆動電流 ΔI_t は、次のようになる。

対応させる。このときスタート位置センサ9の出力をコントローラ13が検出して、スタート位置よりレーザビームが終端位置と反対方向にずれているときは、定数 S_0 の値を徐々に下げてレーザビームをスタート位置に合わせる。コントローラ13は、スタート位置よりレーザビームが終端位置と反対方向にずれているときは、スタート位置センサ9の出力にレーザ検出力が現れていないので、レーザビームの位置がわかる。

【0047】つまり上記のセンサは、初期位置の終端方向にレーザがずれた場合、信号として検出できるように構成される。そして最初の設定 S_0 値で、各種ばらつきがあっても必ず初期のビーム位置がスタート位置の終端方向と反対側にずれるようにしている。さらにPSD7の取り付け位置は、上述したようなビームがスタート位置からずれた場合でも検出できるようにしている。

【0048】スタート位置を設定するための S_0 が決定されると、次は走査時間の補正を行う。補正係数 $\kappa = 1$ として先に決定された S_0 を使ってレーザを走査する。この時、1ライン時間計測回路12によって計測された

値を目標の走査時間と比較する。このとき計測された時間が目標の時間より遅い場合は、 κ の値を大きくし、速い場合は κ の値を小さくする。このようにして走査時間を目標の値に設定する。

【0049】PSD7のレーザビーム検出幅については、注意が必要である。種々のばらつきがあっても、終端位置センサ10で検出される位置のレーザは少なくとも検出できるように設定されている。連続走査していくときスタート位置のずれ、あるいは走査時間がずれているときは、 S_0 あるいは κ の値を変えて補正すればよいことになる。連続走査中に上記のずれが生じた場合は、画像のみだれがでないように1ラインごと緩やかに補正していく。

【0050】また高速化のためには往復走査すればよい。これは基準信号 $r(t)$ を1ライン走査時間 T とすると $r(T-t)$ として発生させればリターン側の走査となる。同様に I_n と I_m の発生も t を $T-t$ とした値を使えばよい。

【0051】図2では、制御系の不要な帯域を除くため、安定化のため、あるいは制御系の定常誤差を減じるために用いるフィルタを図示していないが、これらの目的のためのフィルタは、非線型化回路14の後に配する。また感光体面でレーザビームを結像させるために付加する光学系も図示していないが、これは適当な位置にシリンドリカルレンズ等を付加することによって実現する。

【0052】本発明では、フォトニック結晶の伝播角の拡大特性を使っているが、同様な特性を持つ素子であれば、本発明と同様な効果が出せることは自明である。また波長可変レーザの波長が長波長(1 μ m以上)で感光体の感度と合わないときは波長変換手段(SHG等)を通してフォトニック結晶へレーザを入射すればよい。

【0053】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、ポリゴンモータ機構がないので、低消費電力・小型化・低騒音での高速化が可能となり、かつ1ビームによる記録方式なので高画質化が可能になる。また複数個のフォトニック結晶を組み合わせることで伝播角を大きく取ることができる。

【0054】請求項2の発明によれば、連続的に波長を可変することが可能となる。請求項3の発明によれば、レーザ直接変調方式における、変調時の波長変動(チャープイング)を抑制することができる。

【0055】請求項4の発明によれば、レーザ波長と走査位置との関係は非線型性を有しているが、走査位置と線型関係にあるPSD等の位置センサを用いることによ

り、制御系の基準信号として高精度の実現し易い線型な基準信号を使うことができる。

【0056】請求項5の発明によれば、基準信号として時間と波長との関係を用い、直接波長検出信号と比較するので、安定な制御系を構成できる。

【0057】請求項6の発明によれば、スタートセンサによりレーザの走査開始位置を正確に制御でき、かつスタート位置センサと終端位置センサ間の走査時間を計測することによって正規の走査時間に設定することができる。

【0058】請求項7の発明によれば、複数のセンサをレーザ走査域の規定の位置に設けることにより、途中の光学系あるいは制御系の非線型誤差を補正できる。つまりこれらセンサ位置での出力の基準時間からのずれを計測すれば、前記時間と波長との関係を示す基準信号を補正できる。

【0059】請求項8の発明によれば、より高速で目的の作業(記録)を実行することができる。請求項9の発明によれば、高精度で安定な制御系を実現できる。請求項10の発明によれば、高画質の実現が可能となる。請求項11の発明によれば、検出感度の高い波長検出が可能となる。請求項12の発明によれば、従来のビームの走査角度が小さい手段を使って大きな走査幅を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明において、感光体ドラムに等速にビームを走査するための波長と時間の関係について説明するための図である。

【図2】 本発明によるレーザ走査システムの一実施例の構成及び制御系を説明するための概略図である。

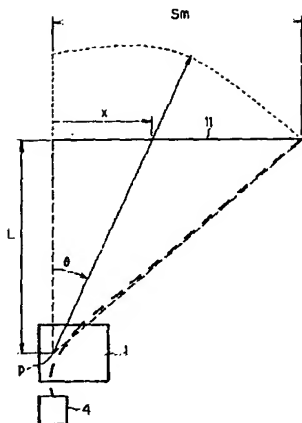
【図3】 本発明に適用するフォトニック結晶の機能を説明するための図である。

【図4】 本発明に適用する波長可変DBR-DC-PBHレーザの連続波長可変特性を示すグラフである。

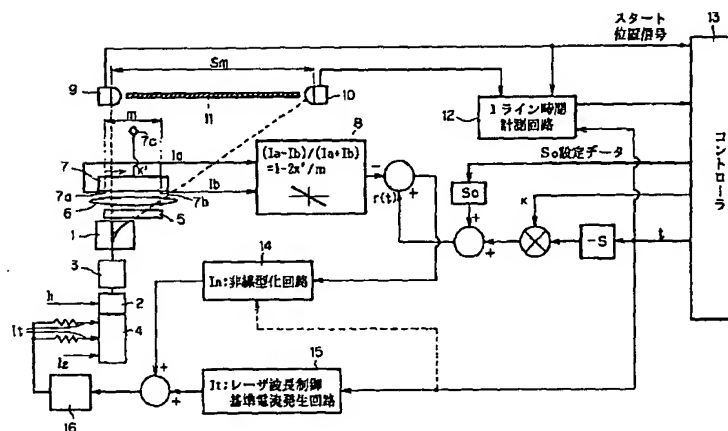
【符号の説明】

1…フォトニック結晶、2…電界吸収型変調器、3…コリメータレンズ、4…波長可変レーザ、5…回折格子、6…非球面レンズ、7…PSD(Position Sensitive Detector)、7a、7b…第1及び第2の電極、8…ビーム位置計測回路、9…スタート位置センサ、10…終端位置センサ、11…感光体ドラム面、12…1ライン時間計測回路、13…コントローラ、14…非線型化回路、15…レーザ波長制御基準電流発生回路、16…スレーブミラー回路+LDドライバ回路、 I_1 …変調電流、 I_2 …活性領域電流、 I_t …波長制御領域電流。

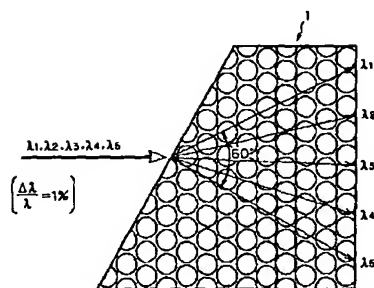
【図1】



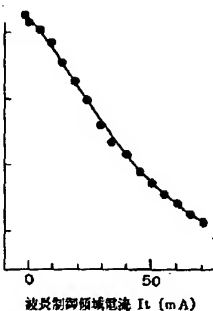
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C362 AA03 AA04 AA06 AA53 AA54
 AA59 AA61 BA26 BA83 BB29
 BB30 BB33 BB34 BB37 DA06
 DA17 DA23 EA24
 2H045 AA01 BA22 BA24 CA82 CA88
 CA98 DA41
 5F072 AB13 HH02 HH04 HH05 JJ01
 JJ05 JJ08 KK07 YY15
 5F073 AA65 AB02 BA07 EA02 EA12
 GA02 GA13